Cruza Dihíbrida



M. en C. RAFAEL GOVEA VILLASEÑOR

por el CINVESTAV-IPN

Biólogo por la UAM-Iztapalapa

Versión 2.4 de 2010-11-25, 2019-11-25, 2022-11-10

¿Qué es una Cruza Dihíbrida?

Es un patrón de reproducción manipulada inventado por Mendel

En este patrón se sigue la herencia de 2 caracteres determinados por sendos genes

Empieza por una generación progenitora de dobles homocigotos y se estudia la primera y segunda generaciones

Cruza Dihíbrida

Generación F_0 *AABB* x *aabb*

La cruza comienza con dos organismos de línea pura [homocigotos] para ambos genes que difieren en la forma de expresión de un carácter, es decir un doble Homocigoto dominante {AABB} con un doble homocigoto recesivo {*aabb*}

Cruza Dihíbrida

Generación F_0 *AABB* x *aabb*

meiosis ↓ ↓

gametos F_0 *AB* ; *ab*

La gametogénesis en organismos F_0 da origen a un solo tipo de gametos en cada progenitor. Ya que como son dobles homocigotos, cada gameto contiene un gen alelo de cada tipo par de genes.

Cruza Dihíbrida

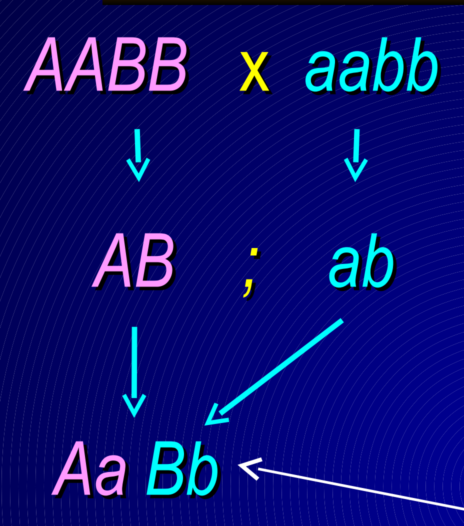
Generación F_0

meiosis

gametos F_0

singamia

Generación F_1



La singamia de los gametos F_0 da origen a un solo tipo de organismos F_1 de acuerdo a la Ley de la Uniformidad de Mendel:

Todos los organismos poseen el mismo genotipo: doble heterocigoto {*AaBb*}

Cruza Dihíbrida

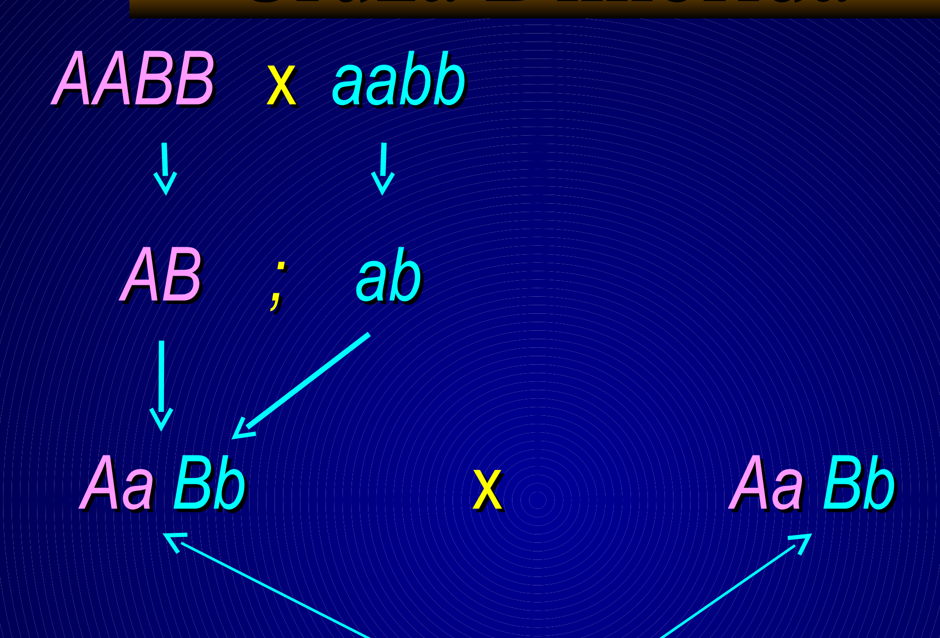
Generación F_0

meiosis

gametos F_0

singamia

Generación F_1



Mendel no se detenía en la 1ª generación, él cruzaba al equivalente de dos organismos hermanos F_1.

Así pues, éstos tenían que llevar a cabo primero la gametogénesis para reproducirse

Cruza Dihíbrida

Generación F_0

meiosis

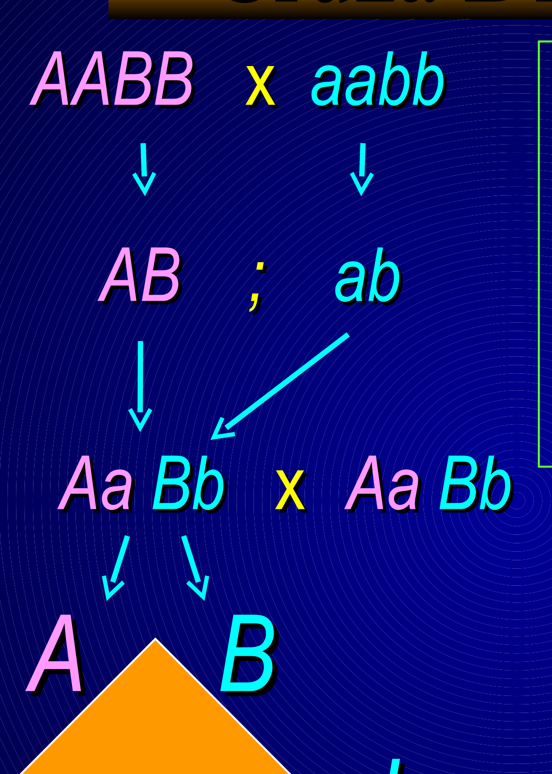
gametos F_0

singamia

Generación F_1

meiosis

gametos F_1



a

b

La meiosis en los organismos F_1 dobles heterocigotos origina varios tipos de gametos F_1. C/u con un gen alelo de cada par. Esta es la Ley de La Distribución Independiente de Mendel

Para ello usamos rombos de Punnet, en el lado izquierdo se colocan los alelos del gen {*A*} y del lado derecho los alelos del gen {*B*}

Cruza Dihíbrida

Generación F_0 *AABB* x *aabb*

meiosis

gametos F_0 *AB* ; *ab*

singamia

Generación F_1 *Aa Bb* x *Aa Bb*

meiosis

gametos F_1

A *B*

a *AB* *b*

Ponemos, entonces, un gen alelo dominante {*A*} del *locus* {*A*} con un gen también dominante {*B*} del *locus* {*B*} lo que nos da el gameto {*AB*}

Cruza Dihíbrida

Generación F_0 *AABB* x *aabb*

meiosis ↓ ↓

gametos F_0 *AB* ; *ab*

singamia

Generación F_1 *Aa Bb* x *Aa Bb*

meiosis

A *B*

a *AB* *b*

gametos F_1 *Ab*

Luego unimos el gen alelo {*A*} con el otro gen alelo recesivo del *locus* {*B*} lo que nos da el gameto {*Ab*}

Cruza Dihíbrida

Generación F_0 — *AABB* x *aabb*

meiosis

gametos F_0 — *AB* ; *ab*

singamia

Generación F_1 — *Aa Bb* x *Aa Bb*

meiosis

gametos F_1

A *B*

a *b*

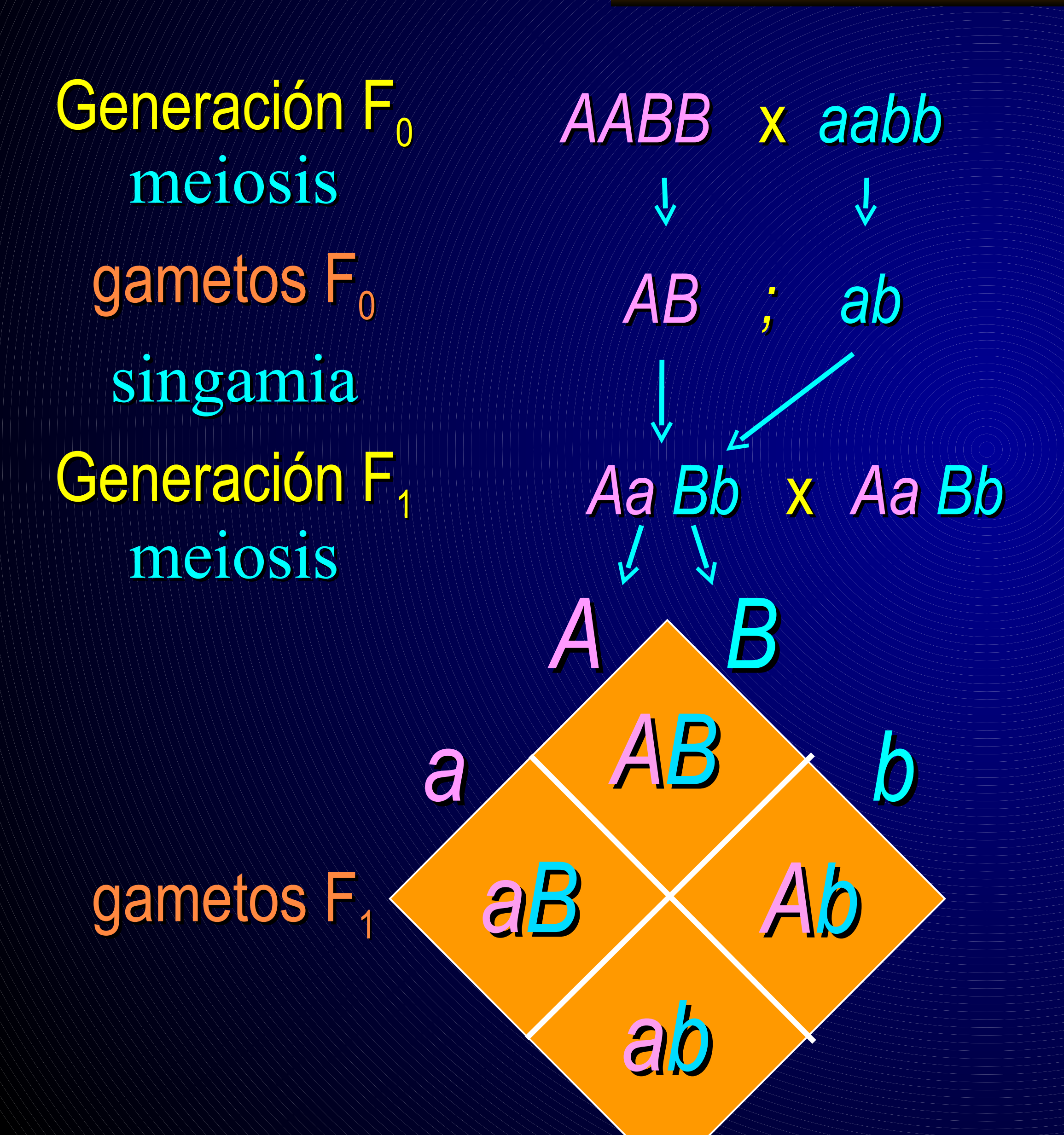
AB

aB

Ab

Juntamos ahora el otro gen alelo recesivo del *locus* {*A*} con el gen alelo dominante del locus {*B*} lo que nos da el gameto {*aB*}

Cruza Dihíbrida



Unimos el gen alelo recesivo del *locus* {*A*} con el también recesivo del locus {*B*} lo que nos origina el gameto {*ab*}

Cruza Dihíbrida

Generación F_0 — *AABB* x *aabb*

meiosis

gametos F_0 — *AB* ; *ab*

singamia

Generación F_1 — *Aa Bb* x *Aa Bb*

meiosis

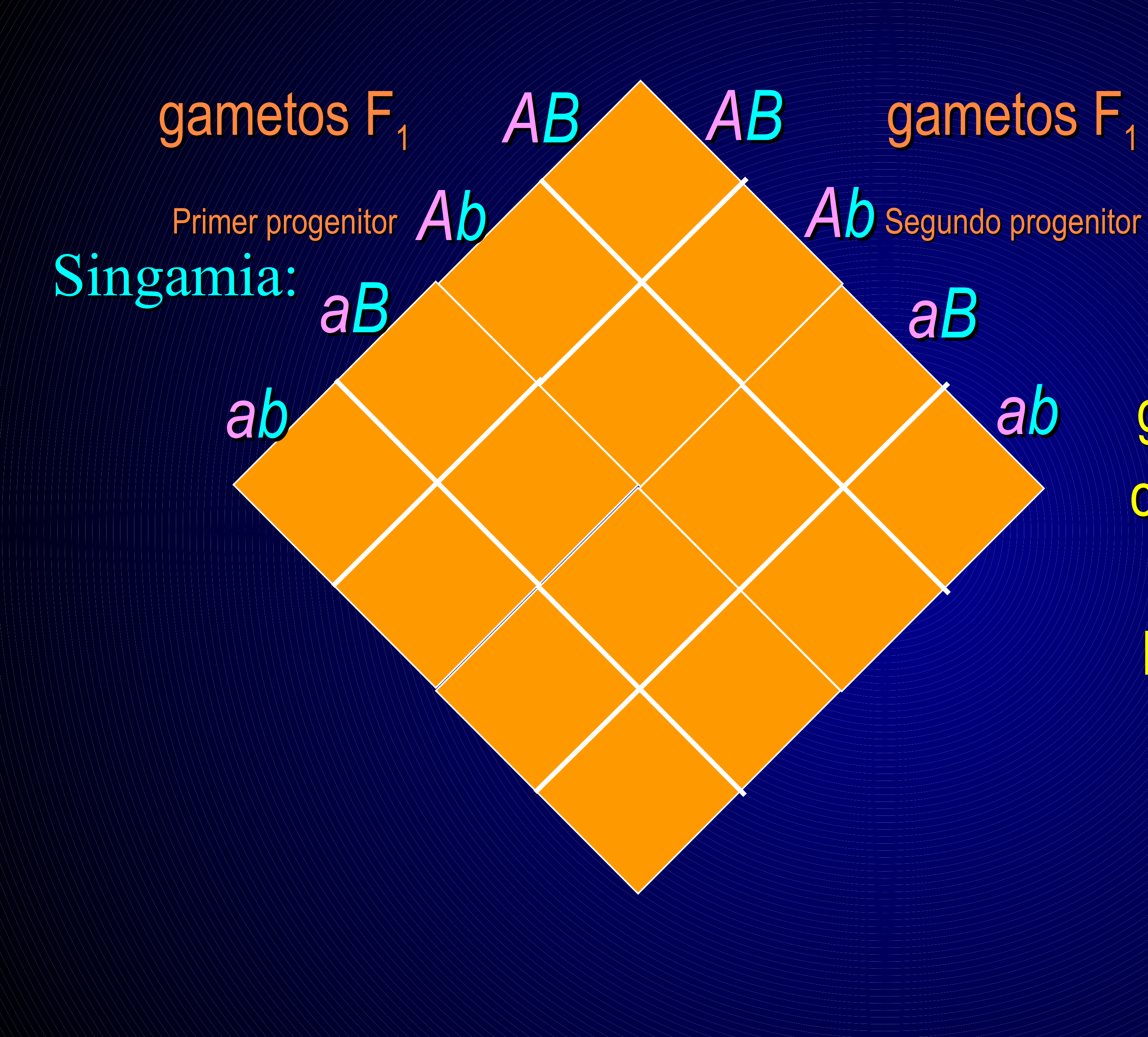
gametos F_1

	A	*B*
a	*aB*	*AB*
b	*ab*	*Ab*

	A	*B*
a	*aB*	*AB*
b	*ab*	*Ab*

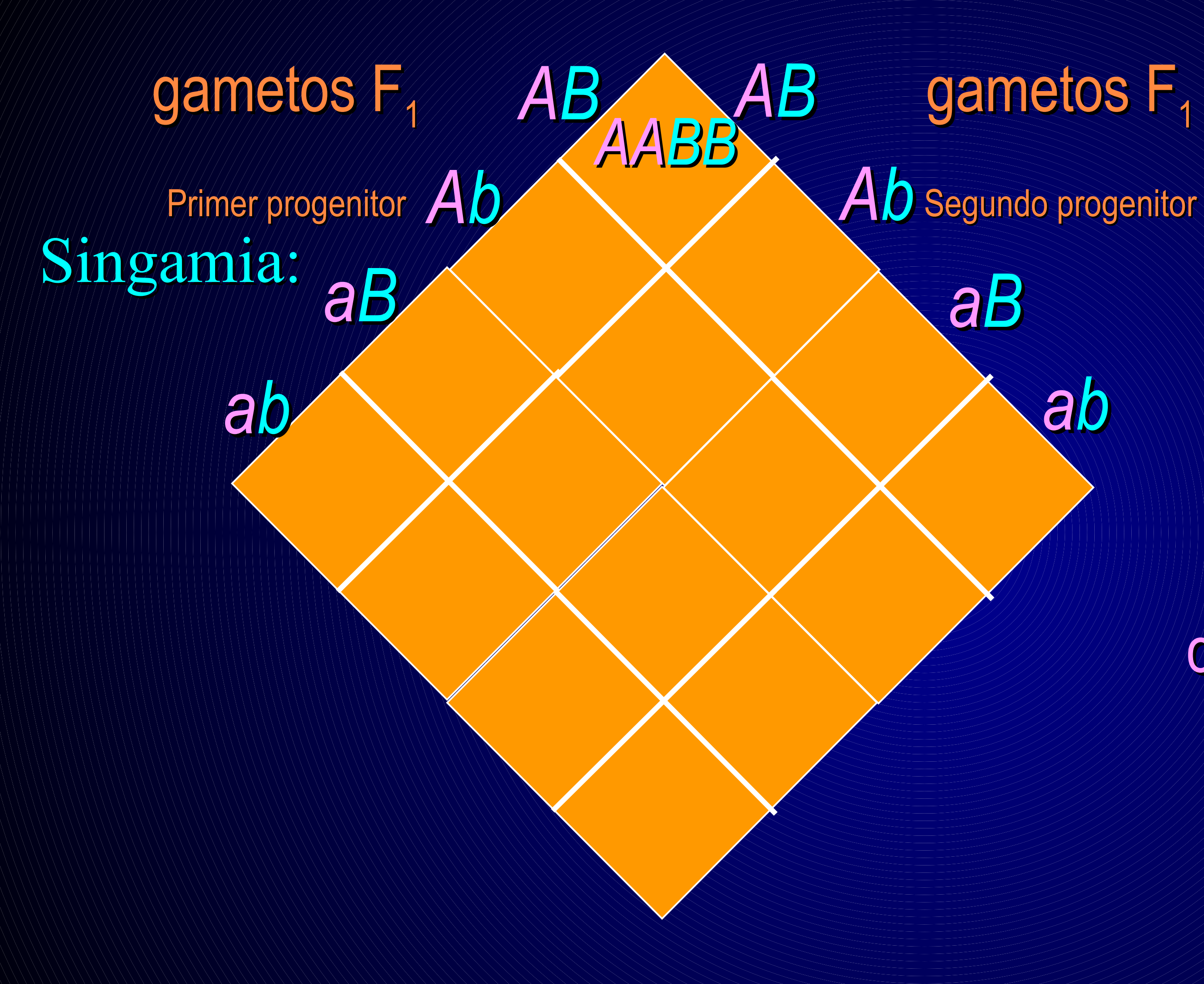
De igual manera obtenemos los tipos de gametos del 2º organismo F_1 con otro rombo de Punnet:
Así c/u origina 4 gametos distintos:
25% *AB*.
25% *Ab*
25% *aB*
25% *ab*

Singamia de gametos F_1



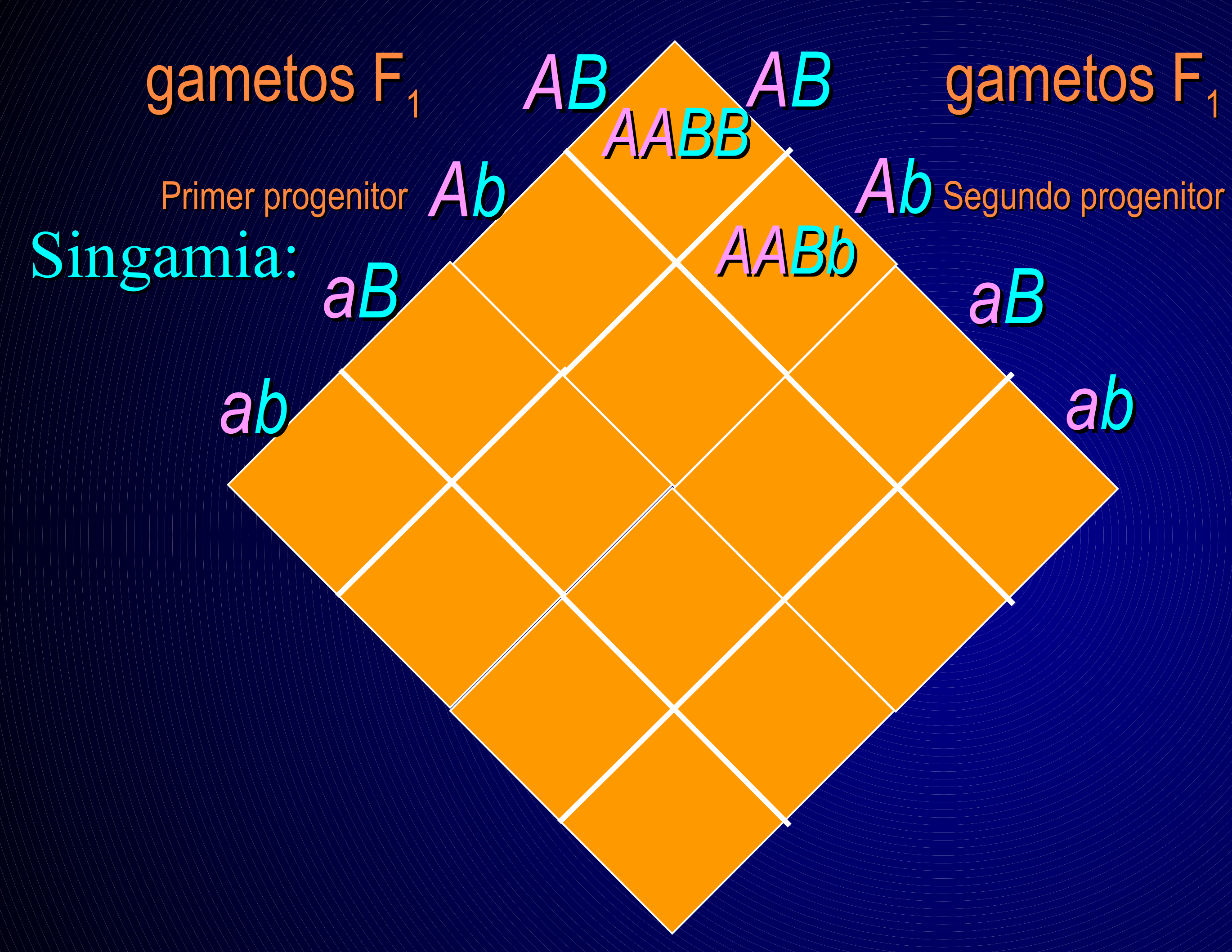
La singamia de los gametos F_1 la llevamos a cabo reuniendo c/u de los gametos del primer progenitor con c/u de los gametos del 2º. Para obtener todas las combinaciones posibles usamos un rombo de Punnet de 4x4

Singamia de gametos F_1



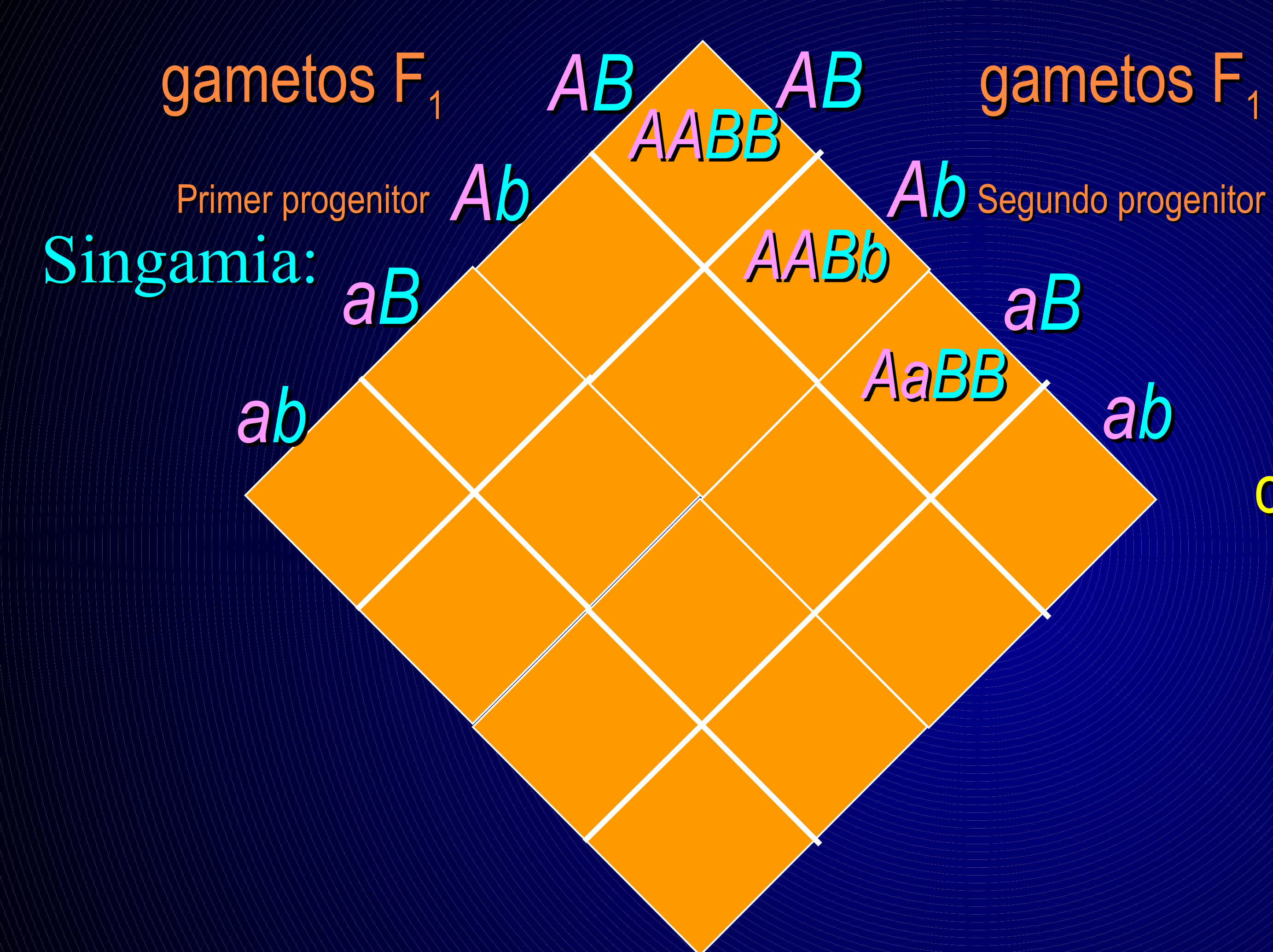
Primero unimos los genes del gameto {*AB*} del primer progenitor F_1 con los genes del gameto {*AB*} del 2º progenitor dando lugar a un organismo doble homocigoto dominante {*AABB*}

Singamia de gametos F_1



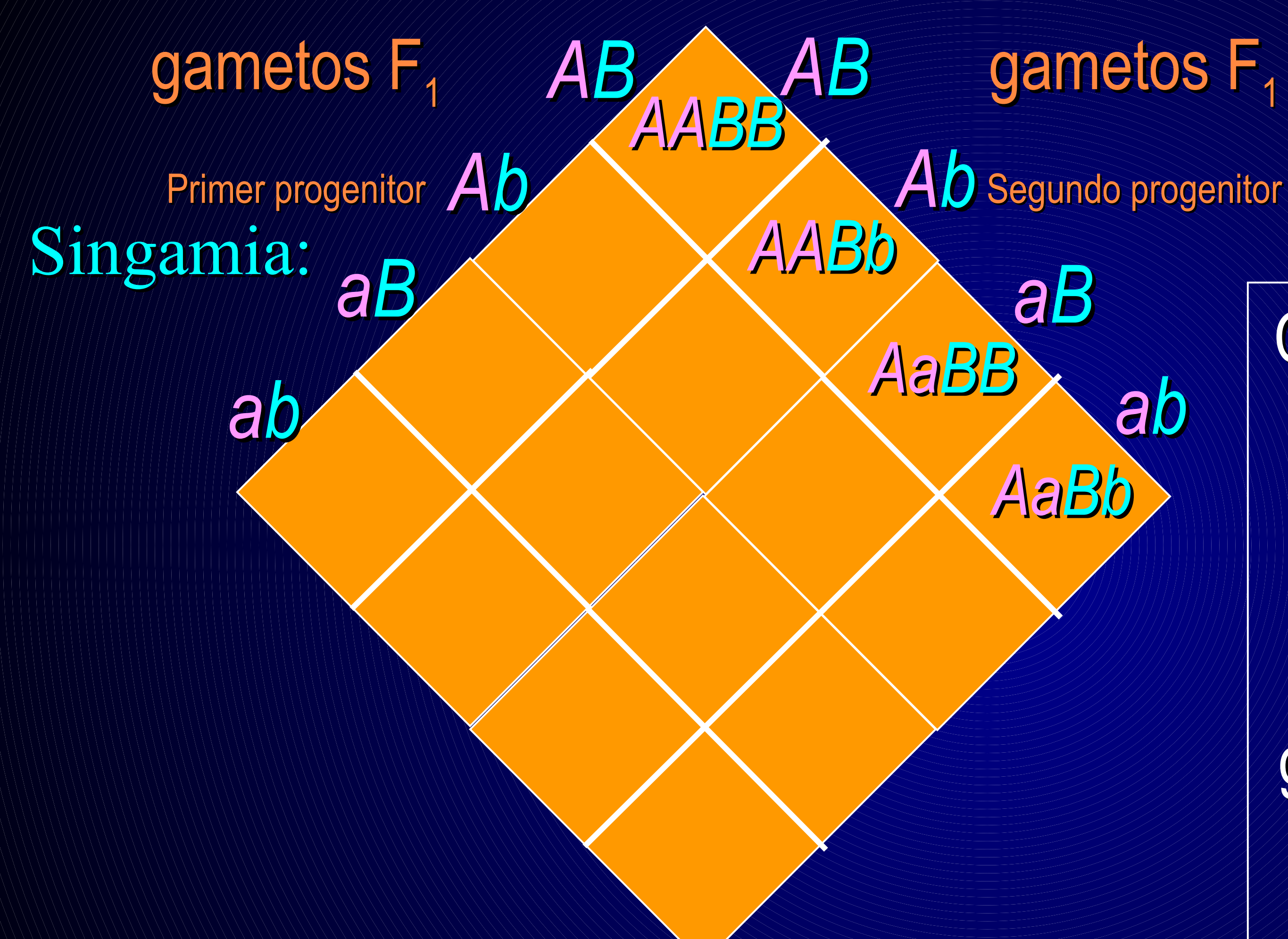
Luego unimos los genes del gameto {*AB*} del primer progenitor F_1 con los genes del gameto {*Ab*} del 2º progenitor dando lugar a un organismo homocigoto dominante para {*A*} y heterocigoto para {*B*}: {*AaBb*}

Singamia de gametos F_1



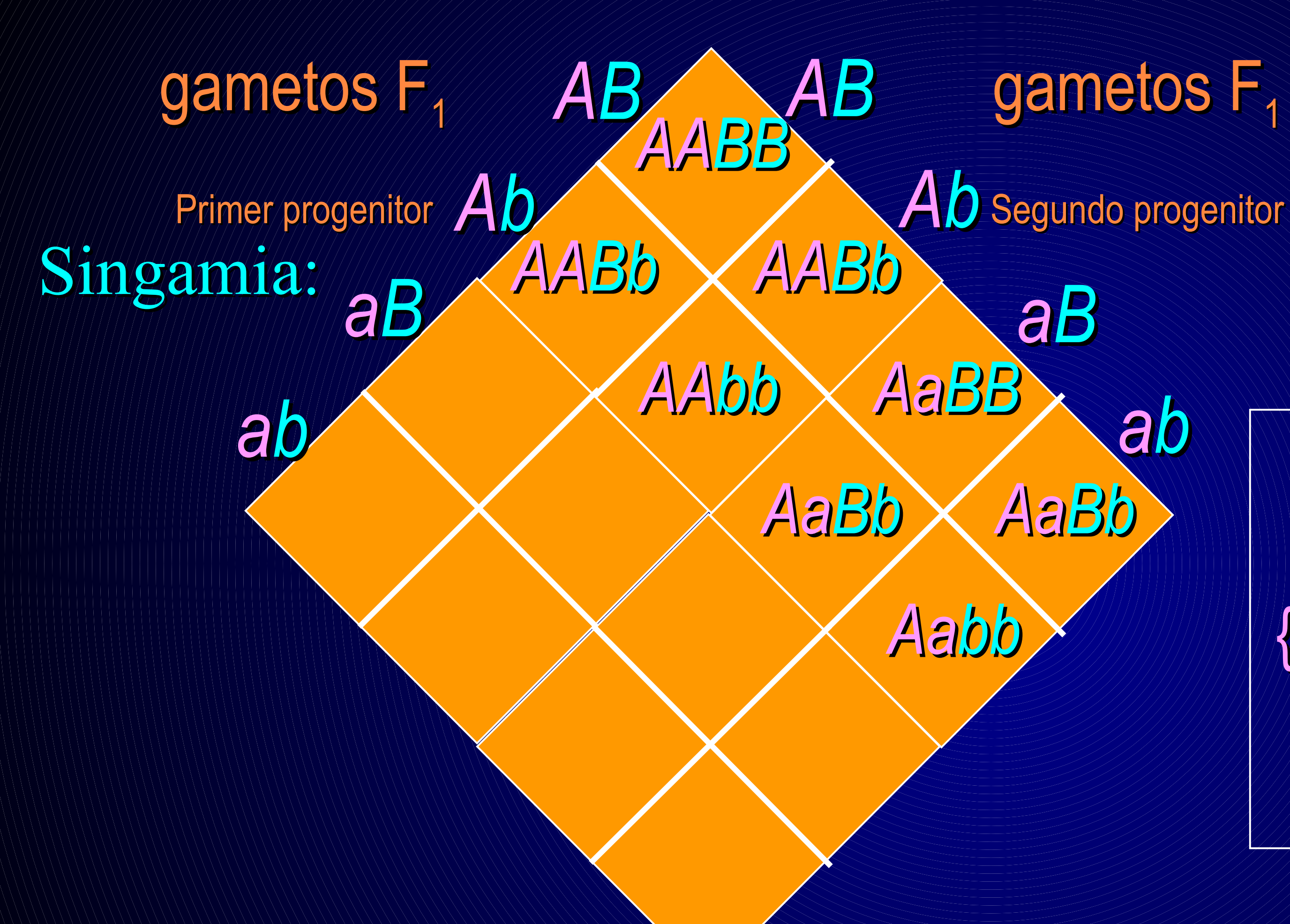
Seguimos uniendo los genes del gameto {*AB*} con los genes del gameto {*aB*} del 2º progenitor dando origen al organismo heterocigoto para {*A*} y homocigoto dominante para el gen {*B*}, es decir, {*AaBB*}

Singamia de gametos F_1



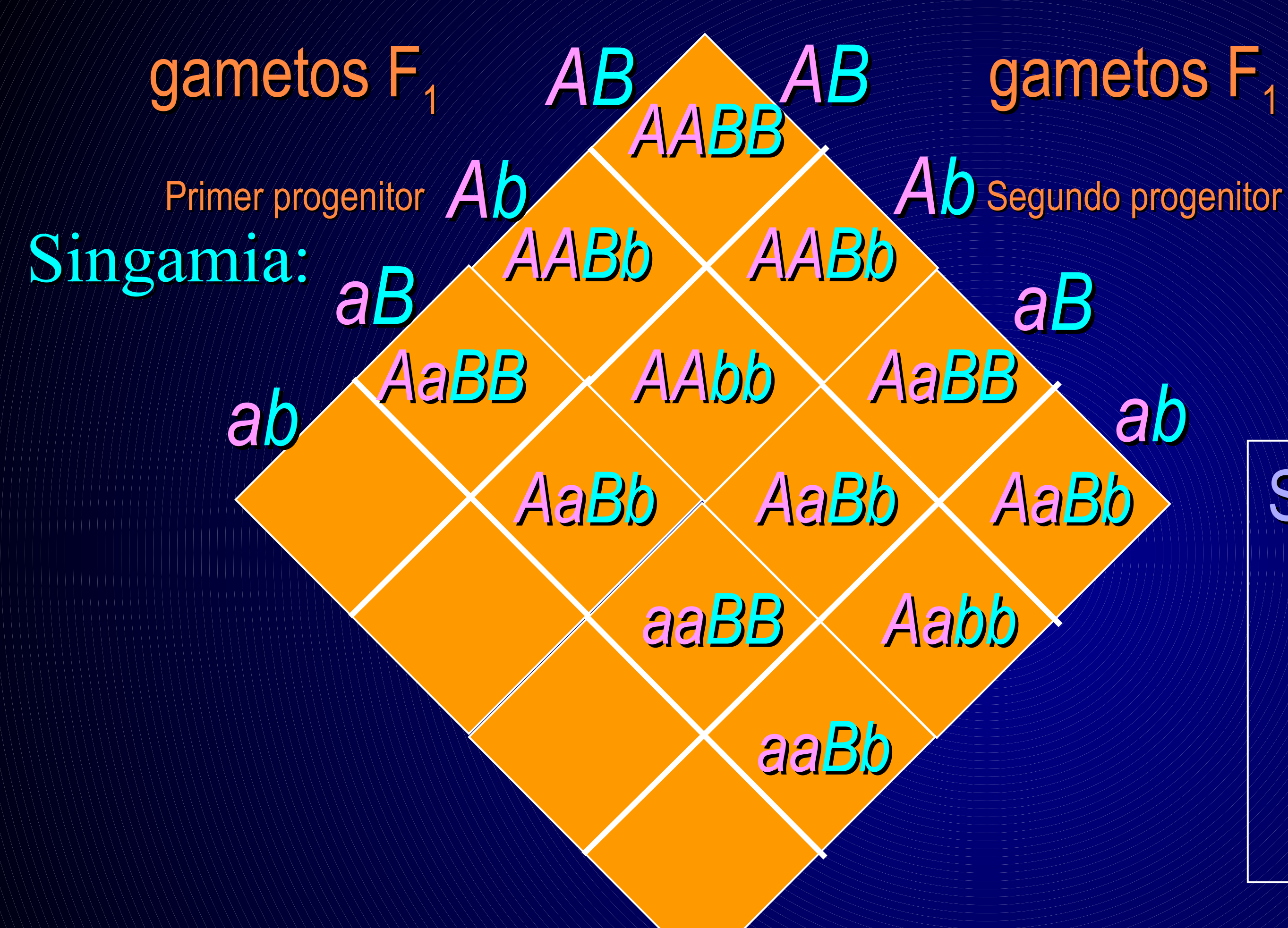
Continuamos uniendo los genes del gameto {*AB*} con los genes del último tipo de gameto del 2º progenitor {*ab*} generando un organismo doble heterocigoto: {*AaBb*}

Singamia de gametos F_1



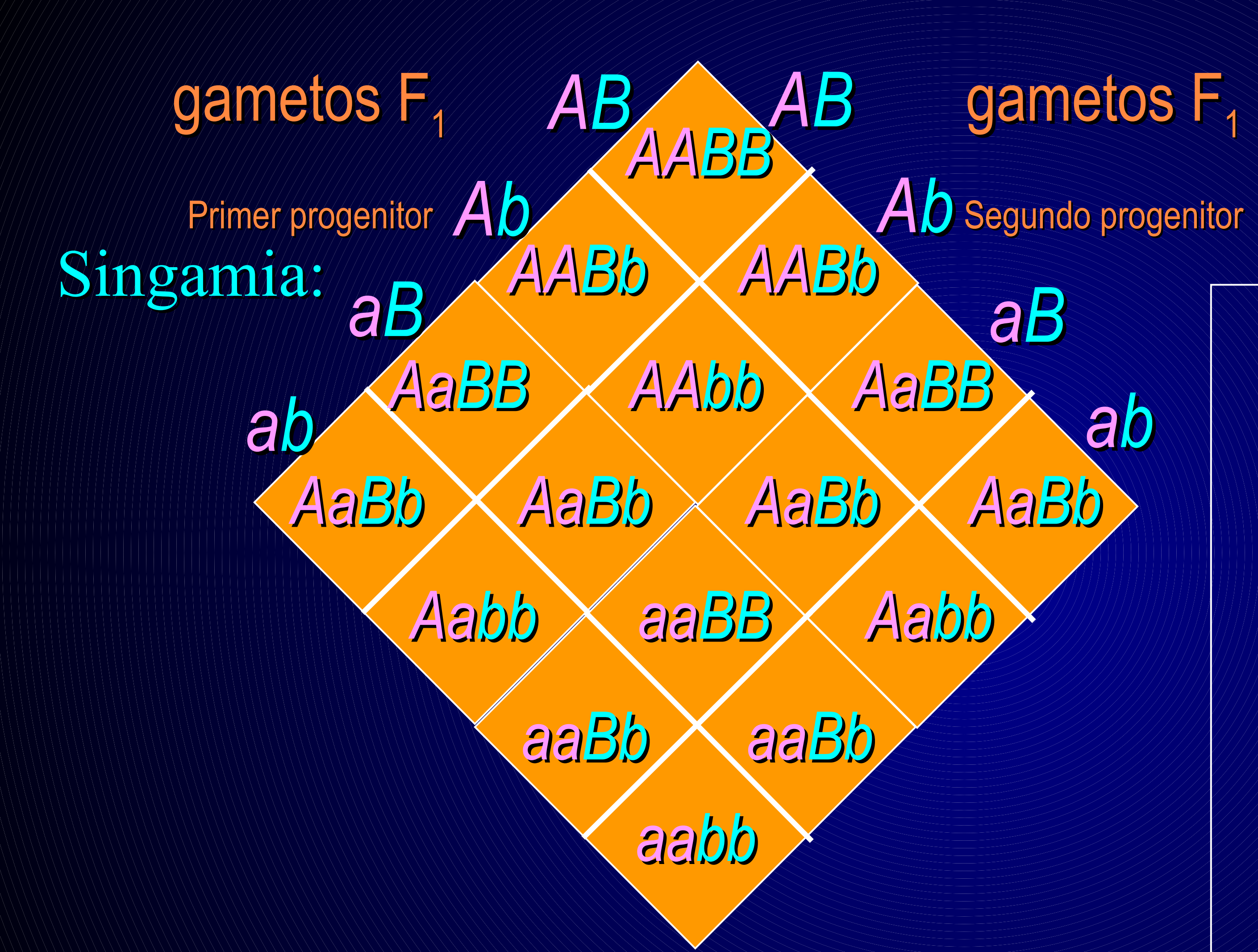
De igual modo, unimos los genes del gameto {*Ab*} con los genes de los 4 gametos del 2º progenitor

Singamia de gametos F_1



Seguimos con la unión de los genes del tercer tipo de gameto {*aB*} con los genes de los 4 gametos del 2º progenitor

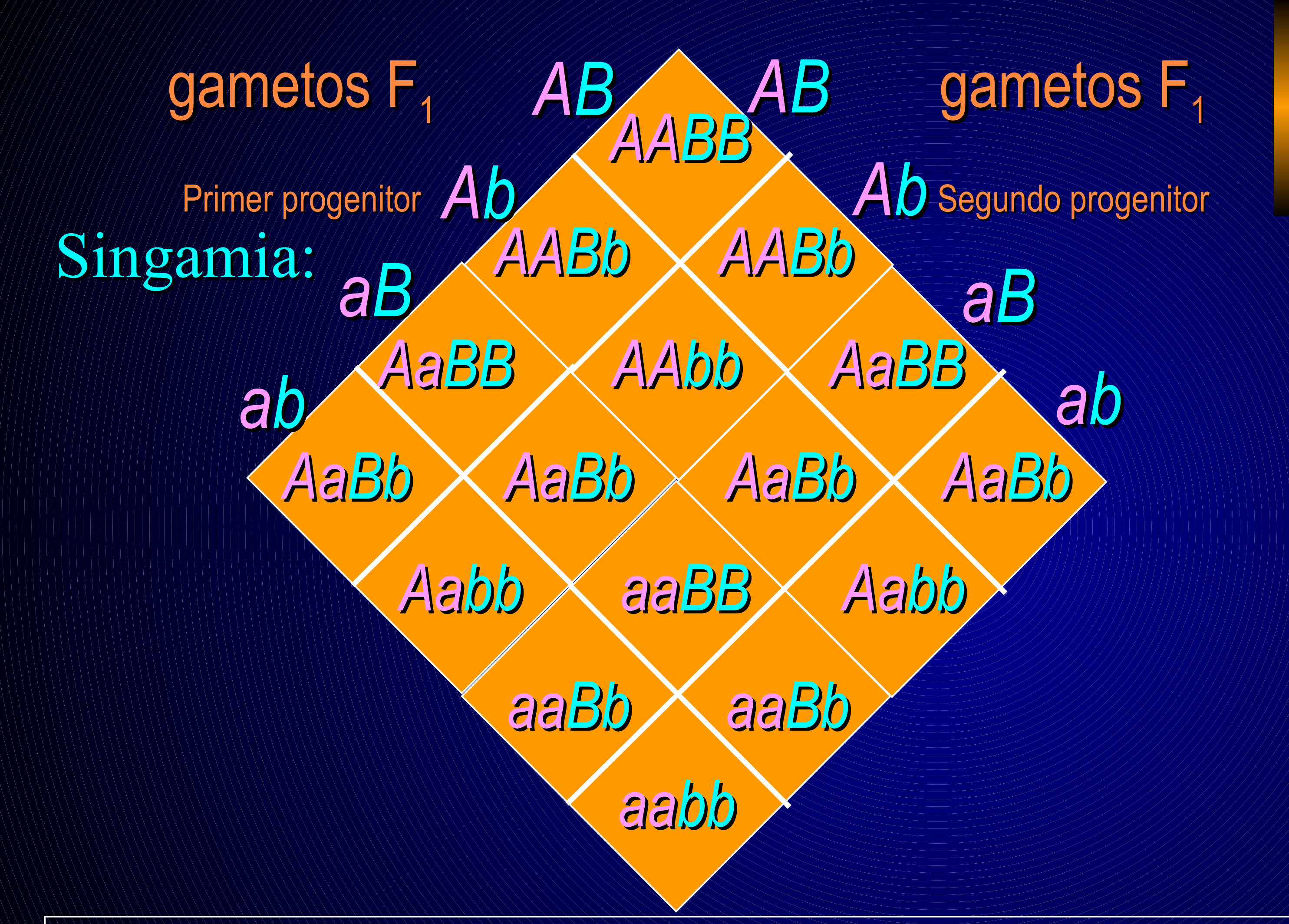
Singamia de gametos F_1



Finalmente unimos los genes del gameto {*ab*} con los genes de los 4 gametos del 2º progenitor.
Así obtenemos los genotipos de los 16 descendientes F_2

M en C Rafael Govea Villaseñor

Singamia de gametos F_1



Generación F_2:

Genotipos F_2:

1 *AABB*
2 *AABb*
1 *AAbb*
2 *AaBB*
4 *AaBb*
2 *Aabb*
1 *aaBB*
2 *aaBb*
1 *aabb*

16 nietos

Enlistamos cada tipo de genotipo F_2 y contamos cuántos organismos hay de c/u. Y comprobamos sumando los organismos. Debe dar 4 x 4 = 16

Singamia de gametos F_1



Generación F_2:

Genotipos F_2:

1 *AABB*
2 *AABb*
1 *AAbb*
2 *AaBB*
4 *AaBb*
2 *Aabb*
1 *aaBB*
2 *aaBb*
1 *aabb*

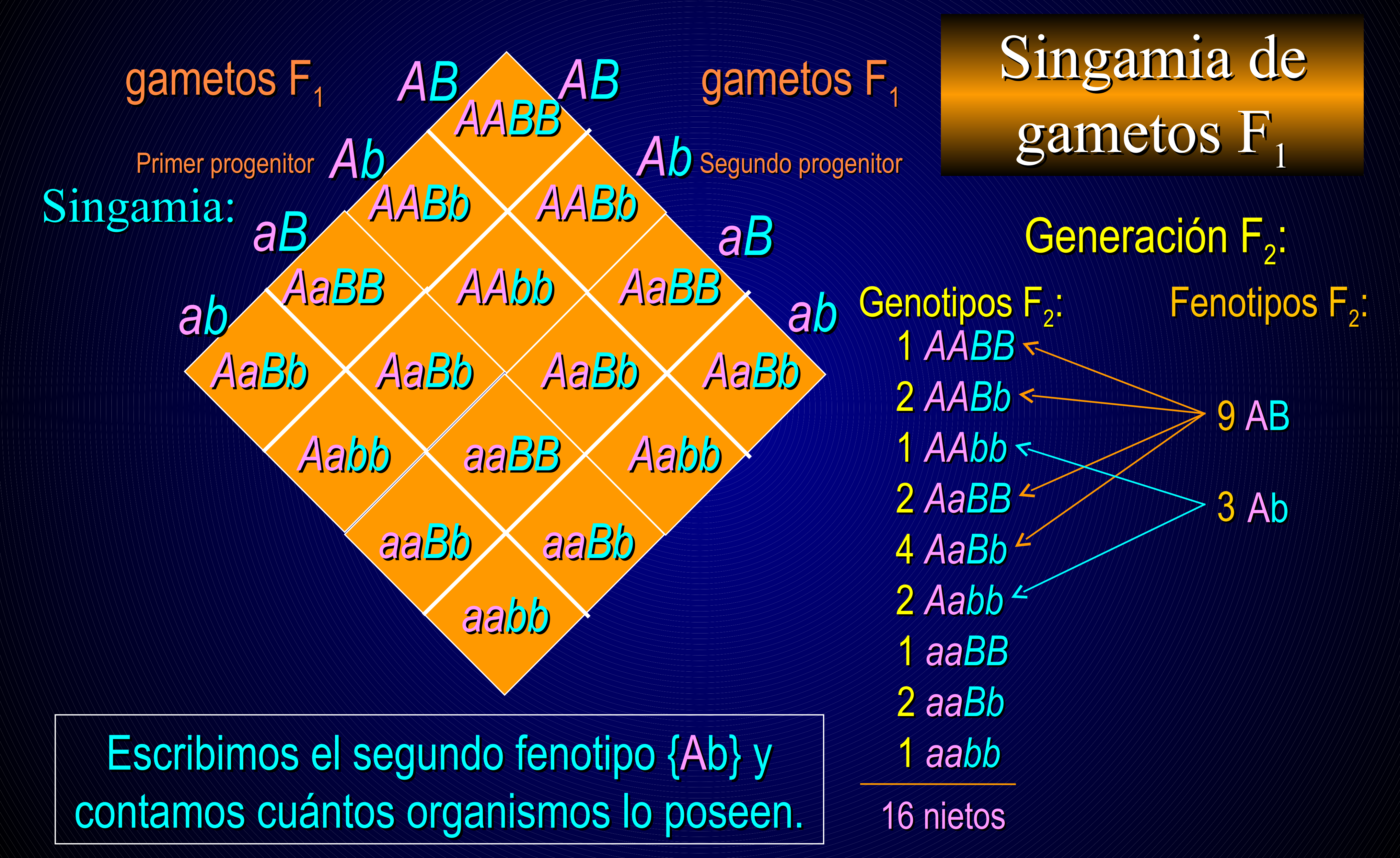
16 nietos

Fenotipos F_2:

9 **AB**

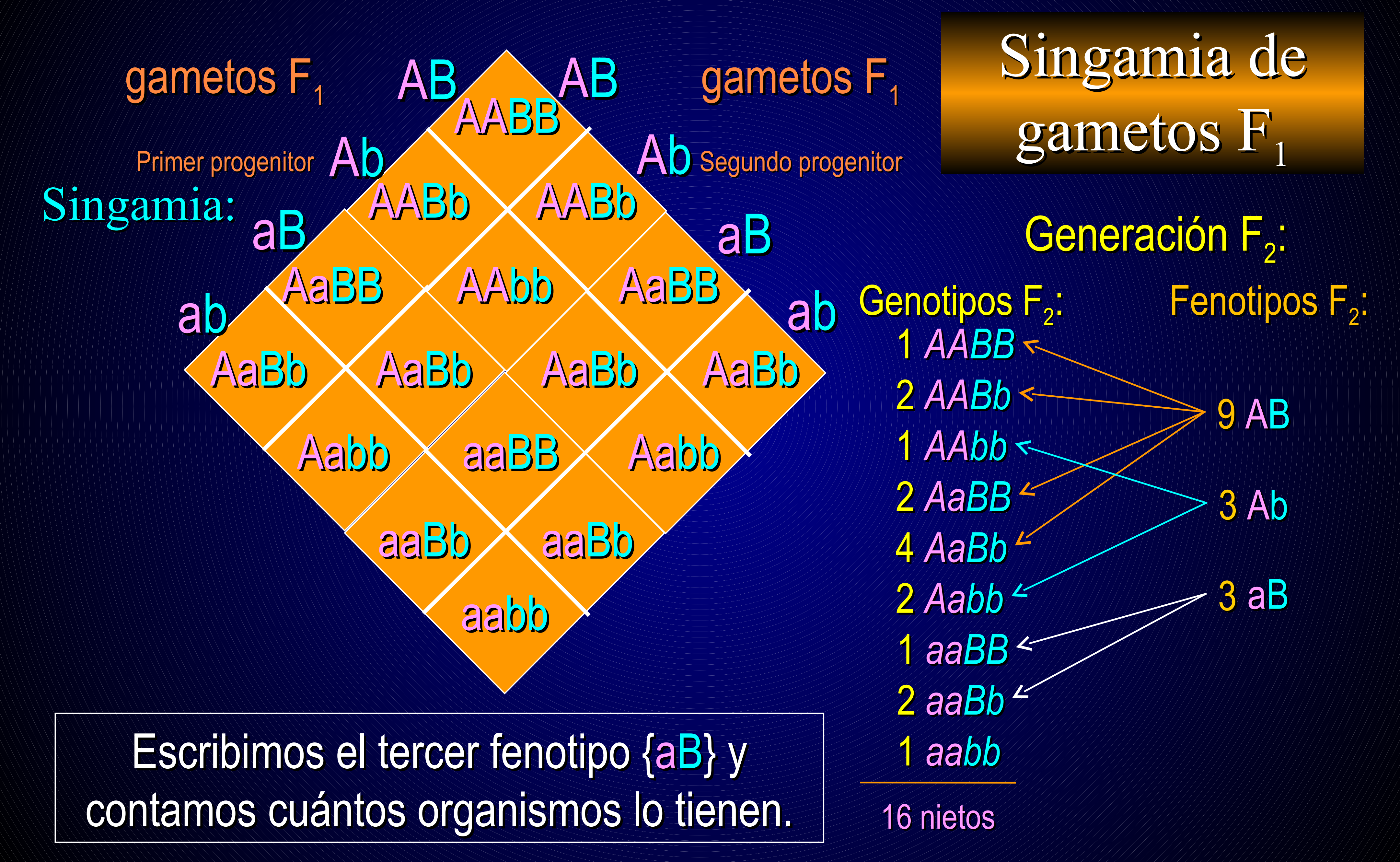
Así escribimos el 1er. fenotipo {AB} y contamos cuántos organismos lo ostentan.

Enlistamos, ahora, los fenotipos posibles. Para ser fenotipo dominante basta tener al menos un alelo dominante y para tener la apariencia recesiva se requiere ser homocigoto recesivo para ese gen.

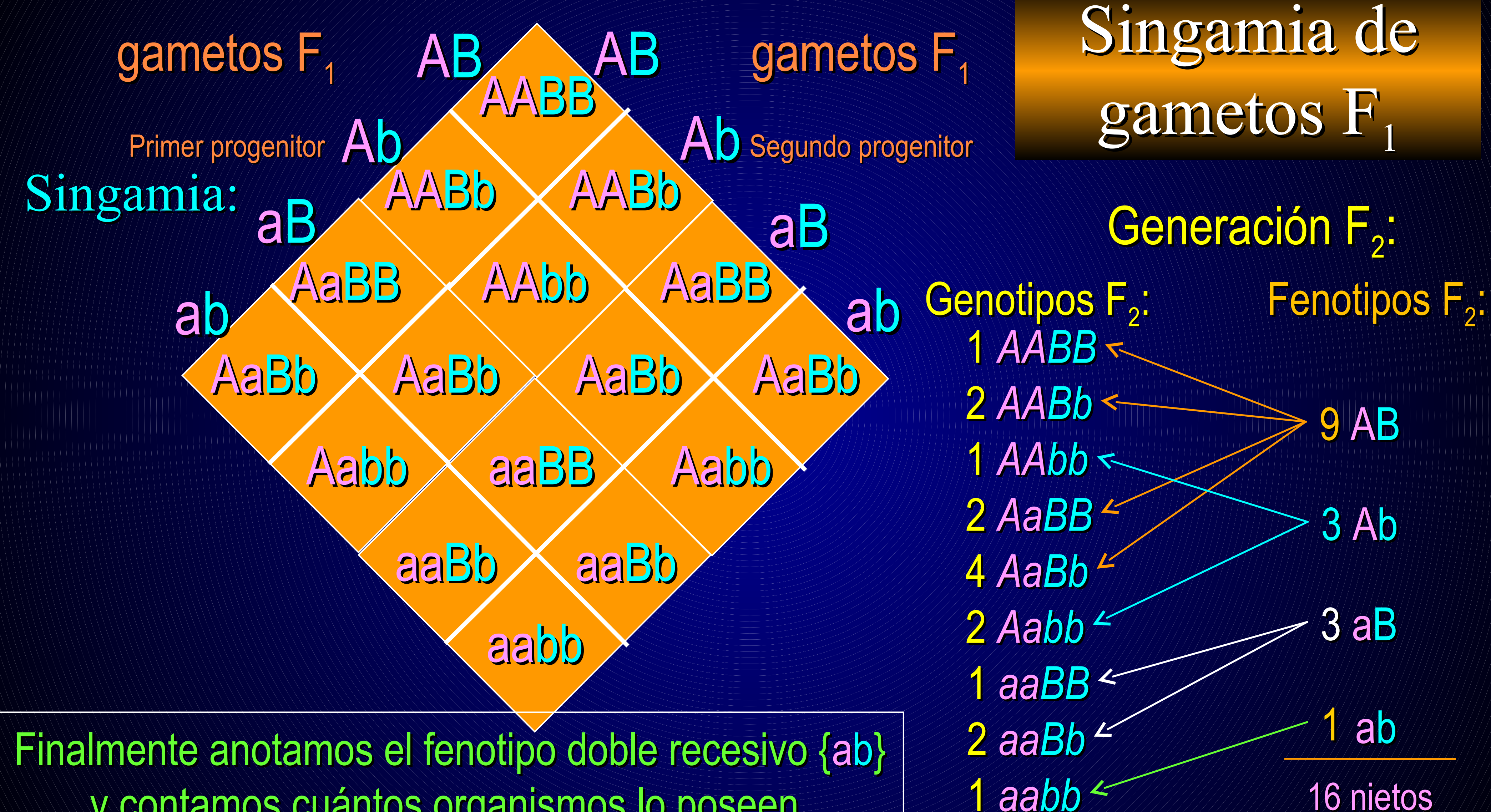


Escribimos el segundo fenotipo {Ab} y contamos cuántos organismos lo poseen.

M en C Rafael Govea Villaseñor



Escribimos el tercer fenotipo {aB} y contamos cuántos organismos lo tienen.



Finalmente anotamos el fenotipo doble recesivo {ab} y contamos cuántos organismos lo poseen.
Comprobamos que se formaron todos los organismos F_2 sumando, debe dar 4x4.

¿Qué es la cruza dihíbrida matemáticamente hablando?

- La multiplicación de 2 binomios cuadrados: $[A + a]^2 [B + b]^2$
- Que se resuelve desarrollando los dos binomios:

$[A + a]^2 [B + b]^2$ = [1AA + 2 Aa + 1aa] [1BB + 2Bb + 1bb]

- Luego multiplicando c/sumando del 1er. trinomio por los del 2º :

[1AA + 2 Aa + 1aa] [1BB + 2Bb + 1bb]. Lo que nos da la F_2 que ya habíamos obtenido por el método gráfico:

[1AABB + 2AABb + 1AAbb + 2AaBB + 4 AaBb + 2 Aabb + 1aaBB + 2aaBb + 1aabb]

[9AB + 3Ab + 3aB + 1aabb]

¿Qué pasa si seguimos la herencia de más *loci*?

# de *loci*	3^L # Genotipos F_2	2^L # Fenotipos F_2	4^L N_{min} c/todos los Genotipos F_2
1	3	2	4
2	9	4	16
3	$3^L = 3^3 = 27$	$2^L = 2^3 = 8$	$4^L = 4^3 = 64$
4	$3^L = 3^4 = 81$	$2^L = 2^4 = 16$	$4^L = 4^4 = 256$
10	$3^L = 3^{10} = 59{,}049$	$2^L = 2^{10} = 1{,}024$	$4^L = 4^{10} = 1{,}048{,}576$
100	$3^L = 3^{100} = 5.2 \times 10^{47}$	$2^L = 2^{100} = 1.3 \times 10^{30}$	$4^L = 4^{100} = 1.6 \times 10^{60}$

Imaginen el # de genotipos y fenotipos con 20 mil genes

Las botellas PET son reciclables



Pero si no las aplastamos y separamos
Solamente contaminarán los mares

¿Qué es la cruza dihíbrida matemáticamente hablando?

Un trinomio al cuadrado

- Paso a paso multiplicando c/sumando por los del 2º trinomio:

[1AA + 2 Aa + 1aa] [1BB + 2Bb + 1bb]. 1AA por 1BB nos da:

[1AABB +

¿Qué es la cruza dihíbrida matemáticamente hablando?

- Paso a paso multiplicando c/sumando por los del 2º trinomio:

[1AA + 2 Aa + 1aa] [1BB + 2Bb + 1bb]. 1AA por 2Bb nos da: :

[1AABB + 2AABb +

¿Qué es la cruza dihíbrida matemáticamente hablando?

- Paso a paso multiplicando c/sumando por los del 2º trinomio:

[1AA + 2 Aa + 1aa] [1BB + 2Bb + 1bb 1AA por 1bb nos da:

[1AABB + 2AABb + 1AAbb +

¿Qué es la cruza dihíbrida matemáticamente hablando?

- Luego multiplicando c/sumando del 1er. trinomio por los del 2º :

[1AA + 2 Aa + 1aa] [1BB + 2Bb + 1bb]. 2Aa por 1BB nos da:

[1AABB + 2AABb + 1AAbb + 2AaBB +

¿Qué es la cruza dihíbrida matemáticamente hablando?

- Luego multiplicando c/sumando del 1er. trinomio por los del 2º :

[1AA + 2 Aa + 1aa] [1BB + 2Bb + 1bb]. 2Aa por 2Bb nos da:

[1AABB + 2AABb + 1AAbb + 2AaBB + 4 AaBb +

¿Qué es la cruza dihíbrida matemáticamente hablando?

- Luego multiplicando c/sumando del 1er. trinomio por los del 2º :

[1AA + 2 Aa + 1aa] [1BB + 2Bb + 1bb]. 2Aa por 1bb nos da:

[1AABB + 2AABb + 1AAbb + 2AaBB + 4 AaBb + 2 Aabb +

¿Qué es la cruza dihíbrida matemáticamente hablando?

- Luego multiplicando c/sumando del 1er. trinomio por los del 2º :

[1AA + 2 Aa + 1aa] [1BB + 2Bb + 1bb]. 1aa por 1BB nos da:

[1AABB + 2AABb + 1AAbb + 2AaBB + 4 AaBb + 2 Aabb + 1aaBB +

¿Qué es la cruza dihíbrida matemáticamente hablando?

- Luego multiplicando c/sumando del 1er. trinomio por los del 2º :

[1AA + 2 Aa + 1aa] [1BB + 2Bb + 1bb]. 1aa por 2Bb nos da:

[1AABB + 2AABb + 1AAbb + 2AaBB + 4 AaBb + 2 Aabb + 1aaBB + 2aaBb

¿Qué es la cruza dihíbrida matemáticamente hablando?

- Multiplicando c/sumando del 1er. trinomio por los del 2º :

[1AA + 2 Aa + 1aa] [1BB + 2Bb + 1bb] y 1aa por 1bb nos da:

[1AABB + 2AABb + 1AAbb + 2AaBB + 4 AaBb + 2 Aabb + 1aaBB + 2aaBb + 1aabb]

Los mismos genotipos F_2 obtenidos por el método gráfico